

242363

ห้องสมุดงานวิจัย สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ



242363

รหัสโครงการ SUT7-709-53-12-31



รายงานการวิจัย

สายอากาศสำหรับเครือข่ายท้องถิ่นไร้สายโดยใช้ไมโครสตริป  
ด้วย ที-สลิตโหลดแบบไม่สมมูล  
(Wireless LAN Antenna using MSA with Asymmetric  
T-shaped Slit Loads)

ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยจาก  
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ผลงานวิจัยเป็นความรับผิดชอบของหัวหน้าโครงการวิจัยแต่เพียงผู้เดียว



รหัสโครงการ SUT7-709-53-12-31



รายงานการวิจัย

สายอากาศสำหรับเครือข่ายท้องถิ่นไร้สายโดยใช้ไมโครสตริป  
ด้วย ที-สลิตโหลดแบบไม่สมมูล  
(Wireless LAN Antenna using MSA with Asymmetric  
T-shaped Slit Loads)



ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยจาก  
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ผลงานวิจัยเป็นความรับผิดชอบของหัวหน้าโครงการวิจัยแต่เพียงผู้เดียว

รหัสโครงการ SUT7-709-53-12-31



## รายงานการวิจัย

# สายอากาศสำหรับเครือข่ายท้องถิ่นไร้สายโดยใช้ไมโครสตริป ด้วย ที-สลิตโหลดแบบไม่สมมูล (Wireless LAN Antenna using MSA with Asymmetric T-shaped Slit Loads)

คณะผู้วิจัย

หัวหน้าโครงการ

รองศาสตราจารย์ ดร.รังสรรค์ วงศ์สรรคค์

สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม

สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ผู้ร่วมวิจัย

นายสรันย์ คัมภีร์ภัทร

ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยจากมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ปีงบประมาณ พ.ศ. 2553

ผลงานวิจัยเป็นความรับผิดชอบของหัวหน้าโครงการวิจัยแต่เพียงผู้เดียว

ตุลาคม 2553

## กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยฉบับนี้สามารถดำเนินการได้ และได้รับผลสำเร็จบรรลุตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้  
ทุกประการ โดยได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยจากมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ปีงบประมาณ 2553  
สุดท้ายนี้ ผู้วิจัยขอขอบคุณ นายศรันย์ คัมภีร์ภัทร ผู้ร่วมวิจัยซึ่งช่วยให้งานวิจัยนี้สำเร็จลุล่วงด้วยดี

รังสรรค์ วงศ์สวรรค์

ปัจจุบันระบบการสื่อสารแบบไร้สายได้มีการพัฒนาก้าวหน้าเป็นอย่างมาก โดยเฉพาะเทคโนโลยีที่เกี่ยวกับเครือข่ายท้องถิ่นแบบไร้สาย (Wireless Local Area Network : WLAN) ดังนั้นสายอากาศซึ่งทำหน้าที่รับ-ส่งสัญญาณคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าของการสื่อสารแบบไร้สาย จึงเป็นอุปกรณ์สำคัญอีกประเภทหนึ่งที่นักวิจัยได้ให้ความสนใจในการออกแบบและพัฒนาอย่างต่อเนื่อง เพื่อให้ได้สายอากาศที่มีคุณสมบัติเหมาะสมสำหรับใช้งานในเครือข่ายท้องถิ่นแบบไร้สายที่มีประสิทธิภาพสูงและตรงกับความต้องการของผู้ใช้งาน โดยทั่วไปแล้วสายอากาศไดโพล (dipole antenna) เป็นสายอากาศที่นิยมใช้กับจุดเข้าถึง (access point) ของระบบ ซึ่งมีแบบรูปการแผ่พลังงานรอบทิศทางทำให้เกิดการสูญเสียกำลังโดยเปล่าประโยชน์ในทิศทางที่ไม่ต้องการ เช่น บริเวณที่ไม่มีผู้ใช้งานหรือด้านที่ติดกับผนัง จากข้อจำกัดดังกล่าวงานวิจัยนี้จึงได้นำเสนอสายอากาศแถวลำดับโดยใช้ไมโครสตริปซึ่งให้แบบรูปการแผ่พลังงานแบบเจาะจงทิศทาง และสามารถทำงานได้แบบสองแถบความถี่ซึ่งรองรับมาตรฐาน IEEE 802.11 a/b/g ได้ โดยเริ่มต้นศึกษาความเป็นไปได้โดยใช้วิธีการจำลองสายอากาศด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป IE3D ของสายอากาศแถวลำดับให้อัตราขยายด้านหน้าโดยใช้ไมโครสตริปด้วยที-สลิตโหลดแบบไม่สมดุล ซึ่งได้นำสายอากาศมาจัดแถวลำดับแบบ 1×4 เพื่อเพิ่มอัตราขยายของสายอากาศ จากนั้นหาดำแหน่งที่เหมาะสมของสลิตโหลดเพื่อปรับทิศทางของการแผ่คลื่นให้มีความสมมาตร สุดท้ายได้สร้างสายอากาศแถวลำดับต้นแบบที่ได้จากการออกแบบและจำลองผล วัดทดสอบคุณสมบัติของสายอากาศต้นแบบที่บรรจุลงในกล่องที่ทำจากวัสดุที่แตกต่างกัน วิเคราะห์หาวัสดุที่มีความเหมาะสมในการใช้บรรจุสายอากาศต้นแบบ เพื่อให้ได้สายอากาศที่ตรงตามวัตถุประสงค์ในการออกแบบ

**Abstract**

At present, a development of wireless communication system is advanced, especially technologies related to WLAN. Hence, an antenna for electromagnetic signal transmission of the wireless communication is important equipment that researchers interest in design and development to obtain the suitable antenna with high efficiency and in accordance with user's requirements. In general, dipole antenna is a popular for the system's access point. However, its signal dispersion pattern will be radiated in all directions causing energy loss in the unwanted directions. According to this limitation, this research proposed a directive gain array antenna using microstrip patches to provide a signal dispersion pattern in specific directions. The research was conducted from an antenna simulation model using an application program IE3D to study the antenna's feasibility to provide directive gain by using an asymmetric T-shaped slit loads. The antenna was arranged in a 1 x 4 array to expand the gain and the signal dispersion pattern was symmetrically adjusted by adjusting slit loads' positions. Finally, an array antenna model was fabricated in accordance with the program IE3D in order to measure and analyse results of the difference material that used for contain an array antenna model.

## สารบัญ

	หน้า
กิตติกรรมประกาศ .....	ก
บทคัดย่อภาษาไทย .....	ข
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ .....	ค
สารบัญ .....	ง
สารบัญตาราง .....	ฉ
สารบัญภาพ .....	ช
<b>บทที่ 1 บทนำ</b>	
ความสำคัญและที่มาของปัญหาการวิจัย .....	1
วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย .....	2
ขอบเขตของการวิจัย .....	3
สมมุติฐานของการวิจัย .....	3
วิธีดำเนินการวิจัยและสถานที่ทำการทดลอง / เก็บข้อมูล .....	3
ประโยชน์ที่จะได้รับจากการวิจัย .....	4
<b>บทที่ 2 ปรัชศน์วรรณกรรม</b>	
ปรัชศน์วรรณกรรมและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง .....	5
สรุป .....	6
<b>บทที่ 3 ทฤษฎีและหลักการที่เกี่ยวข้อง</b>	
สายอากาศไมโครสตริปสองความถี่ .....	7
โครงสร้างสายอากาศไมโครสตริปสองความถี่แบบโพลาไรซ์เชิงวงกลม .....	11
สายอากาศไมโครสตริปด้วยที-สลิตโหลดแบบไม่สมดุล .....	12
สรุป .....	13
<b>บทที่ 4 การวิเคราะห์และออกแบบสายอากาศ</b>	
ศึกษารูปแบบของการจัดแถวลำดับของสายอากาศไมโครสตริปด้วยที-สลิตโหลด แบบไม่สมดุล .....	14
ศึกษาการปรับระยะห่างระหว่างสายอากาศของสายอากาศแถวลำดับให้อัตราขยาย ด้านหน้าโดยใช้แผ่นไมโครสตริปด้วยที-สลิตโหลดแบบไม่สมดุล .....	18

## สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
ศึกษาการปรับเปลี่ยนตำแหน่งของสลิคโพลคในแต่ละด้านของสายอากาศ .....	20
สรุป .....	32
บทที่ 5 ผลการวัดทดสอบ	
วิธีการสร้างสายอากาศแถวลำดับต้นแบบ.....	33
ผลการวัดทดสอบตัวแบ่งกำลังงาน .....	36
ผลการวัดทดสอบสัมประสิทธิ์การสะท้อนกลับและความกว้างแถบ.....	40
ผลการวัดทดสอบค่าอิมพีแดนซ์ .....	43
การวิเคราะห์หาวัสดุกล่องบรรจุสายอากาศแถวลำดับต้นแบบที่เหมาะสม.....	45
ผลการวัดทดสอบแบบรูปการแผ่พลังงาน .....	49
ผลการวัดทดสอบอัตรายาย .....	57
สรุป .....	62
บทที่ 6 บทสรุปและข้อเสนอแนะ	
บทสรุป .....	63
ข้อเสนอแนะและแนวทางการพัฒนา.....	64
รายการอ้างอิง.....	66
ประวัติผู้วิจัย .....	69

## สารบัญตาราง

	หน้า
ตารางที่ 4.1 ค่าอัตราขยายของสายอากาศแฉวลำดับต้นแบบจากการจำลองผล ด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป IE3D .....	31
ตารางที่ 5.1 การเปรียบเทียบค่าความกว้างแถบของสายอากาศแฉวลำดับต้นแบบ .....	42
ตารางที่ 5.2 ค่าอัตราขยายของสายอากาศไมโครสตริปด้วยที-สลิค โหลดแบบ ไม่สมดุลหนึ่งอิลิเมนต์ .....	60
ตารางที่ 5.3 ค่าอัตราขยายจากการวัดทดสอบสายอากาศแฉวลำดับต้นแบบ.....	61
ตารางที่ 5.4 ค่าอัตราขยายจากผลการวัดทดสอบของสายอากาศไมโครสตริป ด้วยที-สลิค โหลดแบบไม่สมดุลหนึ่งอิลิเมนต์และสายอากาศ แฉวลำดับต้นแบบ .....	62
ตารางที่ 6.1 คุณลักษณะสมบัติของสายอากาศแฉวลำดับต้นแบบ .....	64

## สารบัญญภาพ

	หน้า
รูปที่ 1.1 การประยุกต์ใช้สายอากาศแถวลำดับโดยใช้ไมโครสตริปด้วยที-สลิคโหลดแบบไม่สมดุลในเครือข่ายท้องถิ่นแบบไร้สาย สำหรับการใช้งานภายนอกอาคาร .....	2
รูปที่ 3.1 ค่า VSWR ของการเกิดความกว้างแถบกว้างและความกว้างแถบสองความถี่ .....	8
รูปที่ 3.2 โครงสร้างสายอากาศไมโครสตริปแบบระนาบร่วม .....	9
รูปที่ 3.3 โครงสร้างสายอากาศไมโครสตริปกับเทคนิคการวางซ้อน .....	10
รูปที่ 3.4 โครงสร้างสายอากาศไมโครสตริปสองความถี่แบบโพลาไรซ์เชิงวงกลม .....	11
รูปที่ 3.5 สายอากาศไมโครสตริปด้วยที-สลิคโหลดแบบไม่สมดุล .....	12
รูปที่ 4.1 รูปแบบการจัดแถวลำดับของสายอากาศไมโครสตริปด้วยที-สลิคโหลดแบบไม่สมดุลโดยมีระยะห่างระหว่างสายอากาศเท่ากับ $\lambda/2$ .....	15
รูปที่ 4.2 แบบรูปการแผ่พลังงานของสายอากาศแถวลำดับที่มีระยะห่างระหว่างสายอากาศเท่ากับ $\lambda/2$ .....	17
รูปที่ 4.3 แบบรูปการแผ่พลังงานของสายอากาศแถวลำดับที่มีระยะห่างระหว่างสายอากาศเท่ากับ $\lambda/3$ .....	19
รูปที่ 4.4 การเปรียบเทียบสายอากาศไมโครสตริปด้วยที-สลิคโหลดแบบไม่สมดุลทั้ง 2 รูปแบบ .....	21
รูปที่ 4.5 แบบรูปการแผ่พลังงานของสายอากาศรูปแบบ ก .....	22
รูปที่ 4.6 แบบรูปการแผ่พลังงานของสายอากาศรูปแบบ ข .....	23
รูปที่ 4.7 การจัดวางแถวลำดับของสายอากาศแถวลำดับต้นแบบ .....	24
รูปที่ 4.8 การจำลองผลสายอากาศแถวลำดับต้นแบบด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป IE3D .....	25
รูปที่ 4.9 แบบรูปการแผ่พลังงานของสายอากาศแถวลำดับต้นแบบ .....	26
รูปที่ 4.10 ค่าสัมประสิทธิ์การสะท้อนกลับของสายอากาศแถวลำดับต้นแบบจากการจำลองผลด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป IE3D .....	27
รูปที่ 4.11 ค่าอัตราส่วนคลื่นนิ่งสายอากาศแถวลำดับต้นแบบจากการจำลองผลด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป IE3D .....	28
รูปที่ 4.12 ค่าความต้านทานด้านเข้าของสายอากาศแถวลำดับต้นแบบจากการจำลองผลด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป IE3D .....	29

## สารบัญญภาพ (ต่อ)

	หน้า
รูปที่ 4.13 คำรีแอกเตนซ์ด้านเข้าของสายอากาศแถวลำดับต้นแบบจากการจำลองผล ด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป IE3D .....	30
รูปที่ 4.14 คำอัตราขยายของสายอากาศแถวลำดับต้นแบบจากการจำลองผล ด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป IE3D .....	31
รูปที่ 5.1 โปรแกรม AutoCAD 2008 กำหนดการกัดและตัดแผ่น PCB .....	34
รูปที่ 5.2 โปรแกรม CorelDRAW 9 กำหนดการตัดแผ่น PCB .....	34
รูปที่ 5.3 สายอากาศแถวลำดับต้นแบบ.....	35
รูปที่ 5.4 ตัวแบ่งกำลังงาน .....	36
รูปที่ 5.5 คำสัมประสิทธิ์การสะท้อนกลับตัวแบ่งกำลังงาน.....	37
รูปที่ 5.6 คำสัมประสิทธิ์การสะท้อนกลับของสายอากาศแถวลำดับต้นแบบ .....	41
รูปที่ 5.7 คำอัตราส่วนคลื่นนิ่งของสายอากาศแถวลำดับต้นแบบ .....	41
รูปที่ 5.8 คำอิมพีแดนซ์ด้านเข้าของสายอากาศแถวลำดับต้นแบบจากการวัดทดสอบ.....	43
รูปที่ 5.9 สายอากาศแถวลำดับต้นแบบที่ถูกบรรจุอยู่ในกล่องพลาสติกชนิดต่าง ๆ.....	45
รูปที่ 5.10 วิธีการวัดทดสอบแบบรูปการแผ่พลังงาน.....	50
รูปที่ 5.11 แบบรูปการแผ่พลังงานของสายอากาศแถวลำดับต้นแบบที่บรรจุกล่อง พลาสติกทั้ง 3 ชนิด.....	51
รูปที่ 5.12 แบบรูปการแผ่พลังงานของสายอากาศแถวลำดับต้นแบบที่ไม่ได้บรรจุกล่อง พลาสติกและบรรจุในกล่องพลาสติกโพลีไสตรินที่เป็นโคพอลิเมอร์เทียบกับ ผลจาก IE3D.....	54
รูปที่ 5.13 วิธีการวัดทดสอบอัตราขยายของสายอากาศไมโครสตริปด้วยที-สลิค โหลด แบบไม่สมดุลหนึ่งอิลิเมนต์.....	57
รูปที่ 5.14 วิธีการวัดทดสอบอัตราขยายของสายอากาศแถวลำดับต้นแบบ .....	58